

Las dorsales continentales

El presente trabajo es una revisión bibliográfica de las dorsales oceánicas, que son cordilleras submarinas que se encuentran en todos los océanos y en conjunto tienen una longitud aproximada de 67,000 kilómetros. Continuamente arrojan magma, que se desborda en ambos lados y provoca el desplazamiento de las placas continentales. Este es un tema desconocido para muchas personas; sin embargo, para los científicos que estudian la corteza terrestre, los geólogos y otras personas interesadas, es un tema de importancia relevante puesto que las dorsales son reputadas como responsables del desplazamiento de las placas continentales. Además, consideradas parcialmente responsables de los terremotos, de la deformación de los continentes y del futuro restablecimiento de la "Pangea".

La dorsal oceánica es un tipo de relieve submarino muy común, que se encuentra presente en el fondo de los océanos del planeta Tierra, más precisamente en la parte central de los mismos. La mayoría de esos relieves son resultado de la actividad volcánica o del movimiento de las placas

Gustavo A. Tirado F.

Ingeniero agrónomo, Escuela Superior de Agricultura, Saltillo, Coahuila, México. Maestría en Suelos y Recursos Naturales, Centro Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. Posgrados en Suelos y Recursos Naturales, Universidad de Carolina del Norte y Texas A&M University, Estados Unidos; Posgrado en Manejo de Imágenes de Satélite para los Recursos Naturales, Centro Espacial San Miguel, Buenos Aires, Argentina; Posgrado en Manejo Integrado y Análisis de Cuencas Hidrográficas (Watershed Management), Cornell University, Ithaca, Nueva York. Ministerio de Agricultura, director de la Escuela de Agronomía y del Depto. de Recursos Naturales; profesor de Suelos, Foresta, Riego y Drenaje, Hidráulica Agrícola, Conservación de Suelos y Construcciones Rurales, de la Unphu; y de Ecología, de Unapec. Representante del país en eventos en México, Venezuela, Brasil, Argentina y en la FAO, en Italia. Ha publicado varios artículos sobre suelos, recursos naturales, y ciencia y tecnología. Es autor del libro *Los suelos de la República Dominicana* y prepara otros dos libros sobre recursos naturales.

tectónicas. Para hacerse una idea visual acabada, la dorsal oceánica es una franja de montañas que atraviesa los océanos en todos los continentes.



Dorsales oceánicas. Fuente: Twiter.com.

La corteza oceánica se encuentra en formación permanente, y tiene su origen en las dorsales o grandes cordilleras submarinas que se encuentran interconectadas bajo los océanos. A diferencia de las cordilleras continentales, como Los Andes o Los Himalayas, las dorsales se generan porque la corteza se expande. En los lugares donde eso ocurre, el esfuerzo provoca que las rocas se quiebren y se abran grandes fisuras que pueden llegar a medir miles de kilómetros de largo. Cuando eso pasa, la disminución de la presión sobre las rocas calientes más profundas causa que una parte de ellas se derrita, generando lo que se conoce como magma: un líquido caliente compuesto por roca fundida, cristales en suspensión y gases disueltos. Ese magma asciende y se ubica bajo la fisura al centro de la dorsal, y forma

un reservorio o cámara donde se almacena. Es justamente en esa cámara donde comienza la formación de la corteza oceánica. Con el magma se forman las rocas que componen la corteza oceánica, mediante capas que se superponen unas a otras en un proceso continuo de creación.

El magma bajo las dorsales es un líquido muy caliente, denso y poco espeso, compuesto en gran medida por elementos pesados como el hierro y el magnesio. A partir de ese magma y su composición química, junto con la elevación de la temperatura, puede indicar elevación de la dorsal y posiblemente una mayor erupción de magma. Ahora bien, esa elevación de la corteza terrestre genera menor profundidad en los océanos donde aparece; en promedio se encuentra entre los 2800 a 4000 metros de profundidad.

La capa inferior se forma cuando el magma comienza a enfriarse y se solidifica lentamente en la cámara, dando forma a unos cristales que más tarde darán origen a una roca pesada y oscura, comúnmente llamada gabro. La capa que le sigue se genera debido a que la corteza en expansión ubicada sobre la cámara se rompe y crea fracturas, lo que hace que el magma se cuele por esas ranuras y suba hacia la superficie para formar lo que se conoce como dique. Así, la capa superior es producto de la lava que brota a través de los diques, la cual se enfría rápidamente una vez que entra en contacto con el agua del mar (normalmente más fría);

esto crea una suerte de cavidades alargadas y redondeadas con forma de almohadas, por donde sigue circulando la lava.

A su vez, esas cavidades se fisuran y dejan que la lava vuelva a escapar, creando así una red de almohadillas interconectadas. Al enfriarse, la lava origina también una roca oscura y pesada que contiene cristales pequeños y una gran cantidad de vidrio, conocida como basalto. Finalmente, todo queda cubierto por una gruesa capa de sedimento, o polvo de roca muy fino que cae al fondo del mar cuando estas se muelen o deshacen, además de los restos de desechos de buques, restos metálicos de todo tipo, buques hundidos, restos de animales marinos, desechos incorporados a los mares por los humanos y todo tipo imaginable de desechos que por una u otra vía llegan a los océanos.

Algunas islas del océano Atlántico se han formado por la actividad del magma de las dorsales oceánicas, como Islandia, Tristan de Acuña (Tristan da Cunha) y Ascensión. Las dorsales oceánicas se han explicado como un fenómeno estrechamente ligado a la teoría del movimiento o desplazamiento de las placas continentales y la teoría de las placas tectónicas y su deriva. Esa última fue presentada inicialmente por el astrónomo y meteorólogo alemán Alfred Wegener, al proponer que los continentes estaban unidos en lo que llamó Pangea, y que posteriormente se disgregaron en los seis continentes definidos actualmente: África, América, Antártida, Asia, Australia y Europa.



Alfred Wegener.

Fuente: meteorologiaenred.com.

De acuerdo con la teoría de las placas tectónicas, la corteza terrestre está dividida en placas que flotan sobre un sustrato de magma, bien sea debajo del océano o formar continentes; en un movimiento continuo que provoca alejamiento o choque de las placas entre sí y que está ligado a la actividad volcánica, o al proceso de expulsión de lava hacia el exterior de la tierra. Ese movimiento provoca la aparición de terreno, o bien el “reciclaje” de la corteza terrestre pues al sumergirse una placa y entrar en contacto con el magma, pasa a formar parte del propio magma. Esa forma de expansión —cuando una parte se sumerja y la otra sale bajo el océano— hace que la zona emergente se convierta en dorsal, que es la cordillera que se forma en los bordes de las placas continentales. Las dorsales oceánicas pueden emerger sobre la superficie

del mar y originar islas y lugares donde la vegetación y los animales prosperan. En los océanos Atlántico y Pacífico se encuentran ejemplos de ese fenómeno (Islandia).

Qué muestran las dorsales oceánicas

Las dorsales tienen una altura media de 2000 m y presentan un surco central llamado rift, por donde sale magma procedente de la astenosfera que se deposita a ambos lados, creando nuevo suelo oceánico. Alcanzan una altura media de 2000 a 4000 metros por encima de la llanura oceánica y poseen un surco central llamado rift medio-oceánico, donde abunda el vulcanismo fisural que emite magma (lava) continuamente desde el manto sublitosférico y a través de fisuras del fondo del océano, para formar nuevos volcanes.

Las dorsales oceánicas se generan cuando en el manto terrestre se produce un ascenso de rocas fundidas que rompen la corteza oceánica y dan lugar a la formación de una fisura de miles de kilómetros de longitud, en la que se produce un vulcanismo intenso. El ascenso de magma provoca un abombamiento en la corteza, seguido de un estiramiento y la consiguiente rotura; ese proceso es consecuencia de las corrientes convectivas generadas en el manto. Por lo tanto, una dorsal es el borde divergente de dos placas oceánicas. La actividad eruptiva asociada a las dorsales permite el desarrollo de cordilleras

submarinas que pueden alcanzar miles de metros de altura, e incluso aflorar sobre la superficie del océano para permitir el desarrollo de islas o archipiélagos volcánicos.

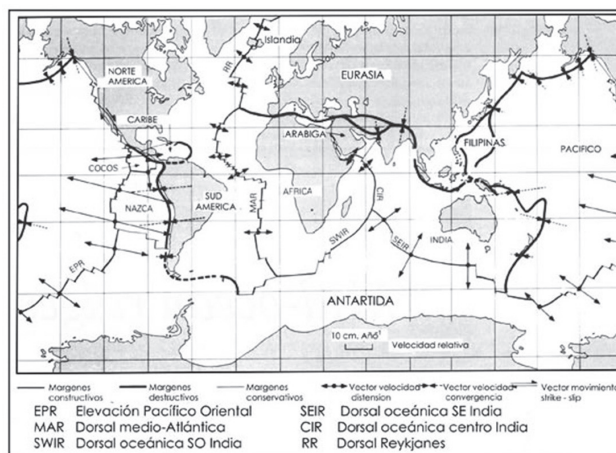
En las dorsales oceánicas se genera corteza y se expande el fondo oceánico. Una dorsal se estructura en forma de fosa tectónica con horst en sus márgenes, que a su vez desarrolla fallas de transformación con un importante componente horizontal (horst). Esas fracturas alcanzan longitudes de miles de kilómetros. El océano Atlántico, por ejemplo, está surcado por una gran dorsal que lo recorre de norte a sur (aproximadamente 17,000 kilómetros). Las cimas de la dorsal Meso-Atlántica se ponen de manifiesto en Islandia, donde es posible seguir la fractura que divide en dos el fondo del Atlántico. En las dorsales oceánicas el gradiente geotérmico es más elevado, como también lo es la gravedad. La nueva corteza que se genera en los bordes de las dorsales se dispone en bandas paralelas, donde las rocas adquieren la orientación que en el momento tenga el campo magnético de la Tierra. Eso permite establecer la edad de esas lavas y la velocidad de expansión del fondo oceánico.

Se forma así el llamado rift mediooceánico, constituido por fosas tectónicas alargadas donde la corteza terrestre sufre divergencias y distensiones producto de la separación de placas tectónicas; donde abunda el vulcanismo fisural y se emite magma (lava) continuamente desde el manto sublitosférico, a través de fisuras del fondo del océano; y se forman

nuevos volcanes y porciones de litosfera oceánica. Por esa razón, las rocas son más jóvenes en el centro de la dorsal (cerca de donde está la fisura) que en la periferia.

Esa es la razón por la que a lo largo de millones de años el fondo del océano –y el océano mismo– crezca y se expanda, con lo que los continentes a ambos lados de un océano se alejarán entre sí. Eso sucede actualmente en el océano Atlántico, que se expande y provoca que Europa y África se alejen del continente americano, proceso que se inició hace ciento ochenta millones de años. Por otro lado, la permanente renovación del suelo de los océanos por el continuo fluir de magma hace que generalmente esa clase de corteza sea considerablemente más joven que las cortezas continentales, al menos en las partes más próximas a la propia dorsal.

Las dorsales forman crestas que se elevan de 2.000 a 3.000 metros por encima del fondo oceánico y se desarrollan en la parte media de las cuencas oceánicas mayores, con pendientes marcadas en ambos flancos, y alcanzan longitudes que en total exceden los 65.000 km. Una particular expresión del sistema de DMO –márgenes de placas constructivas o aditivas– lo constituye Islandia, que forma parte de la dorsal medio-Atlántica. Asimismo, el fondo oceánico está cortado por centenares de fracturas que tienen un patrón casi paralelo entre sí y se denominan fracturas de transformación, que normalmente se desarrollan de forma transversal al eje de la dorsal.



Mapa de las cuencas oceánicas que muestra que los accidentes topográficos más notables corresponden a las Dorsales Medio Oceánicas (DMO). Fuente: insugeo.org.ar

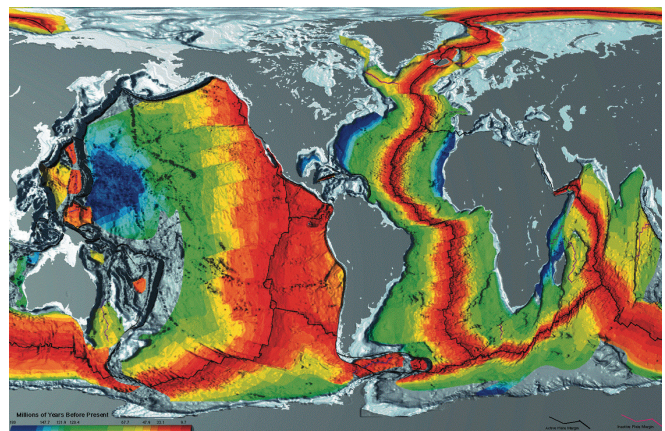
De acuerdo con la teoría de las placas tectónicas, las DMO definen límites entre las placas en los que se genera litosfera oceánica (corteza + manto) en respuesta a la fusión parcial de Lherzolita –roca ígnea que contiene olivino ultramáfica, clinopiroxeno esencial y ortopiroxeno en proporciones iguales– del manto, que tiene lugar por la descompresión adiabática en una estrecha zona de ascenso de material caliente astenosférico. La fusión parcial produce magma basáltico, que se intruye a través de fracturas tensionales en zonas de pocos kilómetros de ancho del eje de la dorsal. Las nuevas rocas que se generan pasan a formar parte de la corteza oceánica, por lo que se transportan a ambos lados de la dorsal por un proceso continuo de expansión del fondo oceánico, que alcanza velocidades de entre 1-10 cm/año.

Como el tamaño del planeta es constante, la nueva litósfera se crea solamente en la cantidad que puede ser consumida por las zonas de subducción. En ese sentido, a través del tiempo geológico se han creado y cerrado una sucesión de cuencas oceánicas; el presente episodio de deriva continental y expansión del fondo oceánico comenzó hace unos doscientos millones de años (Ma) con la apertura de los océanos Atlántico e Índico, los cuales siguen aumentando su tamaño con respecto al Pacífico, que está decreciendo. El basalto de los fondos oceánicos tiene características químicas y petrológicas distintivas y son los mayores componentes de la corteza oceánica. Ese basalto recibe los nombres de: submarino, de fondo oceánico, abisal y de las dorsales medio oceánicas (MORB).

El basalto que se erupciona a lo largo de los segmentos de las dorsales topográficamente "normales" tienen diferencias isotópicas y de elementos trazas, con relación al que se erupciona a alturas topográficas mayores por encima de las dorsales, como Islandia. De otro lado, Las Azores, Las Galápagos, Bouvet y Reunión tienen afinidades con el basalto de las islas oceánicas (OIB), pero casi no se distinguen de los MORB-N (normales) en términos de petrografía, mineralogía y elementos químicos mayores.

La mayoría de las dorsales están relacionadas a márgenes continentales y a menudo terminan en islas volcánicas en las que continúan sus características estructurales. Por ejemplo,

Walvis Ridge —en el Atlántico Sur— se extiende desde la isla de Tristan da Cunha, en el flanco de la dorsal medio-oceánica, hasta el margen continental de África. Esas dorsales carecen de actividad sísmica, aunque muchas están fracturadas perpendicularmente a su eje, de manera similar a las dorsales oceánicas sísmicamente activas. Esas dorsales asísmicas son viejas y muestran caracteres de formación anteriores a las actuales cuencas oceánicas, por lo que podrían estar relacionadas con cuencas oceánicas más antiguas.



Edad expansión oceánica.
Fuente: es.wikipedia.org.

Estudios paleomagnéticos de la década de 1960 revelaron la existencia de bandas magnéticas sobre el fondo oceánico que permitieron fundamentar la teoría moderna de las placas tectónicas y la expansión del fondo oceánico. El campo magnético de la Tierra es altamente variable e invierte su dirección periódicamente durante el tiempo geológico; así, el paleopolo norte se

vuelve paleopolo sur y viceversa. El estudio detallado del fondo marino en el Atlántico norte permitió descubrir una serie de registros reversos regulares alternantes, de orientación paleomagnética, simétrica a ambos lados de la dorsal oceánica.

Edad del fondo oceánico

En la foto superior se muestra en rojo la parte más joven junto a las dorsales, en el centro Atlántico. En azul la más antigua, por ejemplo, junto a las costas norteafricana y norteamericana. La extensión diferente de los fondos de cada edad da un indicio claro de la diferencia en la velocidad de expansión en cada punto, lo que originó las zonas de fractura (fallas transformantes) claramente visibles como discontinuidades habitualmente perpendiculares a las dorsales. A continuación se incluye la lista de las dorsales oceánicas y la distribución mundial de las mismas:

- Dorsal de Adén
- Dorsal del Explorador
- Dorsal de Juan de Fuca
- Dorsal Antártico-Americana
- Dorsal del Pacífico Oriental
- Dorsal de Chile
- Dorsal de Galápagos
- Dorsal del Scotia
- Dorsal de Gakkel (Dorsal mesoártica)
- Dorsal Antártico-Pacífico
- Dorsal del Índico Oriental
- Dorsal Índico Central
- Dorsal Arábigo-Índica (Dorsal de Carlsberg)

- Dorsal del Índico Occidental
- Dorsal mesoatlántica
- Dorsal de Knipovich (entre Groenlandia y Svalbard)
- Dorsal Mohns (entre Svalbard e Islandia)
- Dorsal de Kolbeinsey (norte de Islandia)
- Dorsal de Reykjanes (sur de Islandia)
- Dorsal del Atlántico norte
- Dorsal del Atlántico sur, que enlaza a través de la Dorsal Africano-Antártica con la dorsal del Índico Occidental



Dorsal Medio Atlántica.
Fuente: definición.mx.

También conocida como dorsal Media del Atlántico o dorsal Medio Atlántica, hay una cordillera volcánica sumergida que bisecta el océano Atlántico a lo largo de su eje norte-sur. La cadena montañosa cubre la parte media de la cuenca oceánica a lo largo de 17.000 km. desde el Atlántico Norte y hasta la parte Sur; o desde Islandia, en el Norte, hasta un punto situado a 7 kms. al este del extremo meridional de Suramérica. La dorsal, que forma

parte de una cordillera volcánica sumergida que envuelve el planeta rompe la superficie oceánica en varios lugares y da lugar a la existencia de siete islas o grupos de islas.

Teoría de las placas tectónicas (origen del relieve)

Antecedentes históricos: fue en la década de 1960 cuando los científicos plantearon una verdadera revolución a los conceptos de la geología oceánica. Los datos reunidos durante las cuatro décadas anteriores sobre los sondeos a grandes profundidades, muestras y fotografías del fondo marino, y mediciones del flujo de calor y del magnetismo, fueron reinterpretados según el concepto de la teoría de las placas tectónicas que postula que la corteza terrestre está formada por placas creadas en las cordilleras mezo-oceánicas y destruidas en las fosas marinas vecinas a los continentes.

En el ámbito geológico se entiende por placa un bloque rígido de roca sólida que conforma la superficie de la Tierra (litosfera) y se mueve sobre el manto superior del planeta, llamado astenósfera. Existen tres tipos de placas tectónicas: la continental, que posee principalmente litosfera continental; la oceánica, que no posee continente; y la mixta, que posee litosfera oceánica y continental. También existen tres tipos de bordes de placas: el constructivo, que es en el que se crea nueva litosfera y además coincide con las dorsales; el destructivo, que es

el que destruye la litosfera y coincide con las fosas o zonas de subducción y zonas de colisión continental; y el pasivo, que es neutral ya que no crea ni destruye litosfera, y las placas se desplazan lateralmente.



Supuesto mapa de Gondwana.

Fuente: pinterest.com.

Sobre la base de la distribución de floras fósiles y de sedimentos de origen glacial, en 1885 el geólogo suizo Edward Suess (1831-1914) propuso la existencia pasada de un supercontinente que denominó Gondwana y que incluía India, África y Madagascar; posteriormente añadió a Australia y Sudamérica. Considerando las dificultades que tendrían las plantas para poblar continentes separados por miles de kilómetros de mar abierto, en esos tiempos los geólogos creían que los continentes habrían estado unidos por puentes terrestres, hoy sumergidos.

Por otro lado, Pangea (Pangaea) es otro supercontinente que se cree existió hace más de trescientos millones de años durante las eras Paleozoica y Mesozoica, antes de que los continentes que lo componían fuesen

separados por el proceso de separación de las placas tectónicas y formaran su configuración actual. Apparently ese nombre fue usado por primera vez por el alemán Alfred Wegener, principal autor de la teoría de la deriva continental, en 1920.



Pangea. Fuente: it.wikipedia.org.

Se estima que Pangea era una masa de tierra con forma de "C", que se encontraba distribuida a través del Ecuador y estaba rodeada por un extenso océano llamado Pantalasa (Panthalassa). Se cree que Pangea comenzó a separarse entre los períodos del Triásico y Jurásico, como consecuencia de los cambios y movimientos de las placas tectónicas. En teoría, inicialmente se dividió en dos continentes: el del Sur se denominó Gondwana y el del Norte Laurasia, y ambos se encontraban separados por un mar circumequatorial (mar de Tetis). Así, sucesivamente se fueron produciendo nuevos cambios y movimientos de las placas tectónicas

que dieron origen a los continentes actuales. Cabe destacar que el proceso geológico de desplazamiento de los continentes, o deriva continental, continúa en marcha.

Teoría tectónica de placas y deriva continental

La teoría tectónica de placas explica el proceso de deformación, destrucción y movimiento de la corteza del planeta. La tectónica de placas establece que la litosfera se encuentra dividida en placas principales y placas menores, que a su vez se encuentran juntas y se mueven de manera independiente. Esas placas se encuentran dispuestas sobre una "cama" de magma (roca fundida) que fluye lentamente desde el manto de la Tierra hacia las zonas externas más frías, produciendo un movimiento continuo y circular (corrientes de convección) que empuja y rompe la placa, creando nueva corteza terrestre.

La teoría fue creada por diversos científicos, sobre la base de la teoría de la deriva continental propuesta por Alfred Wegener, y la teoría de la expansión de los océanos. Erróneamente se suele considerar como sinónimos la teoría de la deriva continental y la teoría tectónica de placas; sin embargo, la teoría tectónica de placas explica cómo está conformada la litosfera (capa más superficial de la Tierra), cómo se mueven las placas tectónicas, cómo se forman las cadenas montañosas y el origen de los volcanes y terremotos, entre otros fenómenos.

Ahora bien, en 1915 Wegener fue uno de los pioneros en proponer que la superficie de la Tierra había cambiado con el paso del tiempo. Igual que Magallanes, Wegener notó que los bordes de las líneas costeras de los continentes parecían encajar entre sí como un rompecabezas, por lo que planteó que estos pudieron haber formado un solo continente en el pasado al que denominó Pangea, que en griego significa “toda la tierra”. A su vez, diversos paleontólogos descubrieron fósiles de criaturas similares a las encontradas en otros continentes. Además, se realizaron estudios del clima que revelaron que los glaciares cubrieron grandes partes del mundo, que en la actualidad se encuentran extensamente distantes. Esos hallazgos fueron suficientes para que Wegener considerara que la litosfera había estado en constante movimiento. Sin embargo, su teoría fue rechazada por los científicos de la época, pues no explicaba la razón de los movimientos ni cómo se producían.

Gracias al avance en las técnicas de exploración geológica, la teoría de la deriva continental comenzó a ganar mayor credibilidad en la comunidad científica, lo que sirvió de base para el desarrollo de la teoría tectónica de placas que fue creada en la década de los 50 y 60 del siglo XX. Diversos científicos colaboraron en la creación de esa teoría, entre los que se encontraban los geólogos Wilson y Pitman; los geofísicos Hammond Hess y Allan V. Cox; y los sismólogos Sykes, Kanamori y Ewing.



Deriva continental. Fuente: espaciociencia.com.

La teoría tectónica de placas recoge los postulados de la deriva continental y de la expansión del fondo oceánico propuestos por Harry Hess en la década de los años 60 del siglo pasado. La misma establece que el fondo marino se desplaza debido a las corrientes de convección, lo que produce que los continentes se muevan con él, a la par que éste se expande desde un eje central.

De esa manera, el calor bajo los continentes provoca la dilatación de los materiales y un abultamiento, lo que a su vez crea grandes fracturas que adelgazan la litosfera y forman un surco central, o rift continental, a través del cual fluye magma desde el manto interior de la Tierra, generando actividad volcánica. Al enfriarse el magma, se solidifica en forma de rocas llamadas ígneas. El movimiento continuo que produce el magma empuja y rompe la placa, con lo que comienza a generarse entre ambos fragmentos nueva litosfera oceánica y una pequeña dorsal. Seguidamente la separación continúa y la extensión del nuevo fondo oceánico aumenta.

Ahora bien, el movimiento de las placas tectónicas produce diversos procesos geológicos, como: terremotos y sismos, ocasionados por la colisión de las placas; vulcanismo; subducción, o hundimiento de la litosfera; y formación de cadenas montañosas, entre otros.



Rift del continente africano.
Fuente: Wikipedia.org.

Existe una zona denominada "Anillo de Fuego" que se encuentra alrededor del océano Pacífico, a lo largo de la costa Oeste de Suramérica y Norteamérica, igual que a lo largo de la costa Este de Asia y la costa Norte de Antártica. En ese anillo se localizan más de cuatrocientos cincuenta volcanes activos, por lo que constituye la zona tectónica más activa del planeta. También se produce gran parte de los terremotos y sismos de mayor magnitud, debido al movimiento de las placas tectónicas y la expansión de los océanos.

Futuro del planeta Tierra

Las dorsales oceánicas son reconocidas como de elevada importancia, por varias razones. La principal es que al arrojar magma en el fondo de los océanos provocan el movimiento de las placas continentales. Eso hará que en el futuro los continentes y océanos modifiquen su tamaño, apariencia y localización. También provocan el desplazamiento de todas las placas, o componentes de lo que llamamos tierra, no el planeta. En teoría, también harán desaparecer algunos océanos. En ese sentido, se dice que el Atlántico crecerá a proporciones gigantes y que los demás reducirán considerablemente su tamaño.

Cabe destacar que los científicos consideran que el movimiento de los continentes es cíclico, y que cada quinientos a setecientos millones de años se vuelven a unir. En ese orden, se estima que todos los continentes volverán a unirse dentro de doscientos cincuenta millones de años, para formar un supercontinente similar a lo que al inicio fueron el Pangea o el Gondwana. Desde ya se ha denominado este nuevo continente "Amasia", o "Pangea Última"; además, se cree que la mayor parte de ese supercontinente será un desierto. Al mismo tiempo, fuertes tormentas golpearán las costas de lo que será un único, extenso y turbulento océano, sin oxígeno en su profundidad. Finalmente, los científicos consideran que para entonces la raza humana estará extinta.

Referencias

- **Cómo se forman las dorsales oceánicas**, https://www.google.com/search?safe=strict&q=%C2%BFQu%C3%A9+son+las+dorsales+oce%C3%A1nicas+y+c%C3%B3mo+se+forman%3F&sa=X&ved=2ahUKEwjM__n_x6_eAhWCuVMKHfR4BPoQzmd6BAgKEAk&biw=1093&bih=534https://www.google.com/search?safe=strict&q=%C2%BFQu%C3%A9+son+las+dorsales+oce%C3%A1nicas+y+c%C3%B3mo+se+forman%3F&sa=X&ved=2ahUKEwjM__n_x6_eAhWCuVMKHfR4BPoQzmd6BAgKEAk&biw=1093&bih=534
- **Cuencas oceánicas**, https://www.google.com/search?q=cuencas+oce%C3%A1nicas&safe=strict&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi218qUor7eAhVHrVMKHbc4Cj8Q_AUIDigB&biw=1093&bih=534
- **Definición de dorsal oceánica**, <https://www.definicionabc.com/geografia/dorsal-oceanica.php>
- **Dorsal meso (medio) atlántica**, https://www.google.com/search?q=dorsal+mesoatl%C3%A1ntica&safe=strict&hl=es-419&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjTyeiC0L7eAhWHt1kKHVG6CzAQ_AUIDigB&biw=1093&bih=534#imgrc=RiL3aTfYfbH6IM
- **Deriva continental**, <https://www.astromia.com/tierraluna/deriva.htm>
- **Deriva continental**, https://www.google.com/search?safe=strict&source=hp&ei=M_rgW5TtDKWr5wK-8o2l-Bw&q=deriva+continental&oq=deriva+continental&gs_l=psy-ab.1.0.35i39k1j0i67k1l3j0l6.1574.9676.0.17429.21.19.1.0.0.262.3091.0j15j3.18.0..2.0...1.1.64.psy-ab..2.19.3093.0..0i131k1j0i20i263k1j0i10k1.0.cZv44tzJ4C0
- **Formación de un Rift oceánico**, https://www.google.com/search?safe=strict&source=hp&ei=NO7gW4SLG7Hn5gLSm43lBw&q=como+se+forma+un+rift+oceánico&oq=como+se+forma+un+rift+oceánico&gs_l=psy-ab.3...3506.12912.0.13391.31.28.0.0.0.666.5527.0j18j6j1j1j1.27.0....0...1.1.64.psy-ab..4.26.5371.0..0j0i131k1j35i39k1j0i22i30k1j33i22i29i30k1j33i160k1.0.93b_5leQ7B8https://www.google.com/search?safe=strict&source=hp&ei=NO7gW4SLG7Hn5gLSm43lBw&q=como+se+forma+un+rift+oceánico&oq=como+se+forma+un+rift+oceánico&gs_l=psy-ab.3...3506.12912.0.13391.31.28.0.0.0.666.5527.0j18j6j1j1j1.27.0....0...1.1.64.psy-ab..4.26.5371.0..0j0i131k1j35i39k1j0i22i30k1j33i22i29i30k1j33i160k1.0.93b_5leQ7B8
- **Pangea**, <https://www.google.com/search?q=pangea&safe=strict&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj8https://www.google.com/search?q=pangea&safe=strict&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj8>

- **Pangea última**, https://www.google.com/search?q=pangea+ultima&safe=strict&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjx1fqI2L7eAhUM11kKHYS-Do0Q_AUIDigB&biw=1093&bih=534#imgrc=WMCarb6uAq5_bM
- **Placas tectónicas y deriva continental**, <http://www.geologia.unam.mx:8080/igl/index.php/difusion-y-divulgacion/temas-selectos/568-la-teoria-de-la-tectonica-de-placas-y-la-deriva-continentalhttp://www.geologia.unam.mx:8080/igl/index.php/difusion-y-divulgacion/temas-selectos/568-la-teoria-de-la-tectonica-de-placas-y-la-deriva-continental>
- **Supuesto mapa de Gondwana**, https://www.google.com/search?q=gondwana&safe=strict&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi3-IS0077eAhXD-1VkkHT4GCXgQ_AUIDigB&biw=1093&bih=534#imgrc=TJXYIWtGI0fdtM
- **Teoría de las placas continentales**, https://www.google.com/search?safe=strict&source=hp&ei=ePbgW67XLqzf5gKnkpOoBA&q=teoria+de+las+placas+continentales&oq=teoria+de+las+placa&gs_l=psy-ab.1.0.35i39k1j0l5j0i20i263k1j0l3.2187.8402.0.13544.20.19.0.0.0.178.2896.0j19.19.0....0...1.1.64.psy-ab..1.19.2895.0..0i131i67k1j0i67k1j0i131k1.0.56AzfjUCwr4https://www.google.com/search?safe=strict&source=hp&ei=ePbgW67XLqzf5gKnkpOoBA&q=teoria+de+las+placas+continentales&oq=teoria+de+las+placa&gs_l=psy-ab.1.0.35i39k1j0l5j0i20i263k1j0l3.2187.8402.0.13544.20.19.0.0.0.178.2896.0j19.19.0....0...1.1.64.psy-ab..1.19.2895.0..0i131i67k1j0i67k1j0i131k1.0.56AzfjUCwr4
- **Wegener, Alfred**, <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/w/wegener.htm>

